

第56回（平成24年度）北海道開発技術研究発表会 特別セッション
2013年2月21日

樋門自動開閉装置の技術開発 「フラップインゲート」の開発



株式会社 表鉄工所

1. 開発の背景

河川管理施設の操作における課題

- 東日本大震災を踏まえ、操作員の安全確保
- 水門・樋門では大震災・大災害時において通信系統や交通の寸断、電話網の輻輳などにより、遠隔操作及び現地操作における不測の事態から安全・確実な開閉機能の確保



既存の引上げ式ゲート（ローラゲート・スライドゲート）に無動力の自動開閉機能を備えたフロートフラップゲートを内設させた「フラップインゲート」を開発した。

出願No. 特願 2012-220187

出願No. 特願 2013-5048



2. 樋門自動開閉装置の現状

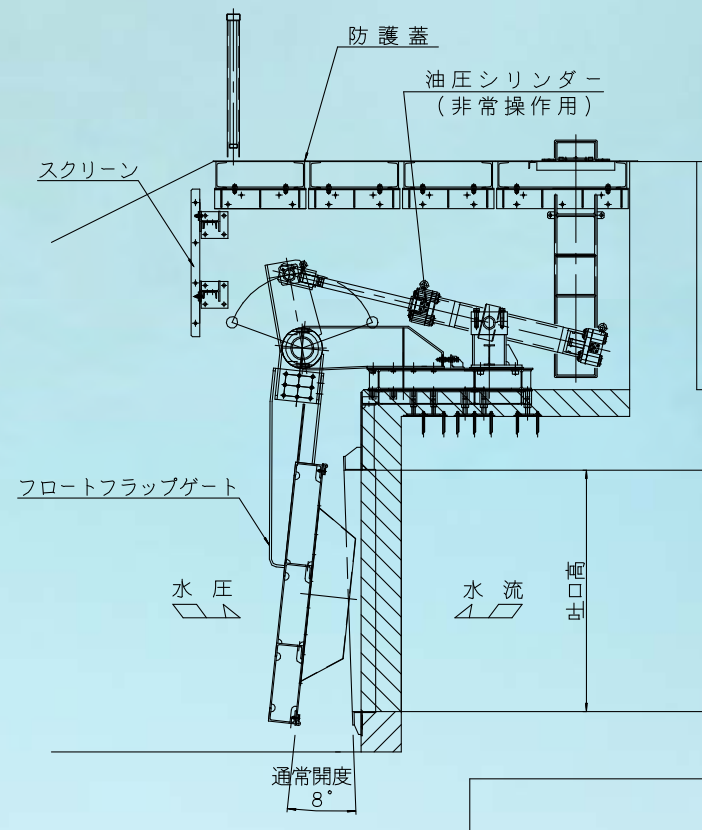
北海道における樋門自動開閉装置はフラップゲート形式の自動開閉ゲートが門柱レスゲートとして施工されている。

当社、自動開閉ゲートは

フロートフラップゲート
NETIS HK-070006-A

- 材質 : ステンレス製
- 開閉方式 : 無動力自動開閉
- 開閉角度 : (常時) 全閉状態から8°程度の開度確保
: (内水排除時) 最大で60°以上の開度確保
- 操作方式 : 内外水位差による自動開閉
- 開閉装置 : (非常時) 手動式油圧ユニット

側面図



3. フラップインゲートの構造

フラップインゲートの基本構造

- 引上げ式ゲートであるローラゲート又はスライドゲートの扉体構造が基本となる。
- 引上げ式ゲートの扉体に排水孔を設け、フラップゲートを設置している。

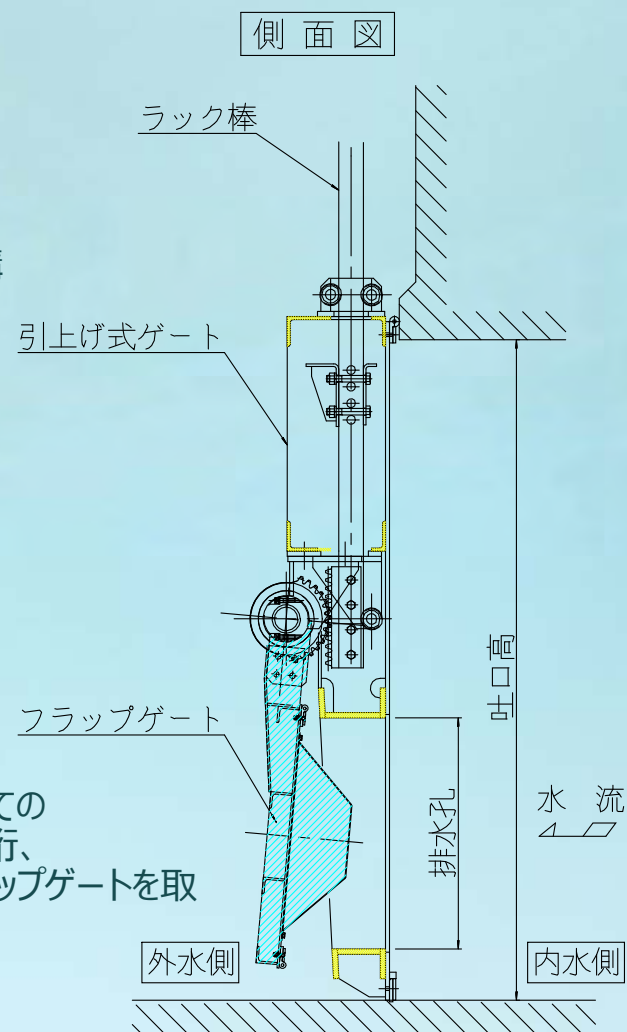
構造形式の種類

形式Ⅰ

→ スキンプレート（止水版）に補強部材としての主桁、縦桁が所定の間隔で溶接され、主桁、縦桁で囲われた区画に排水孔を設け、フラップゲートを取付けた形式。

形式Ⅱ

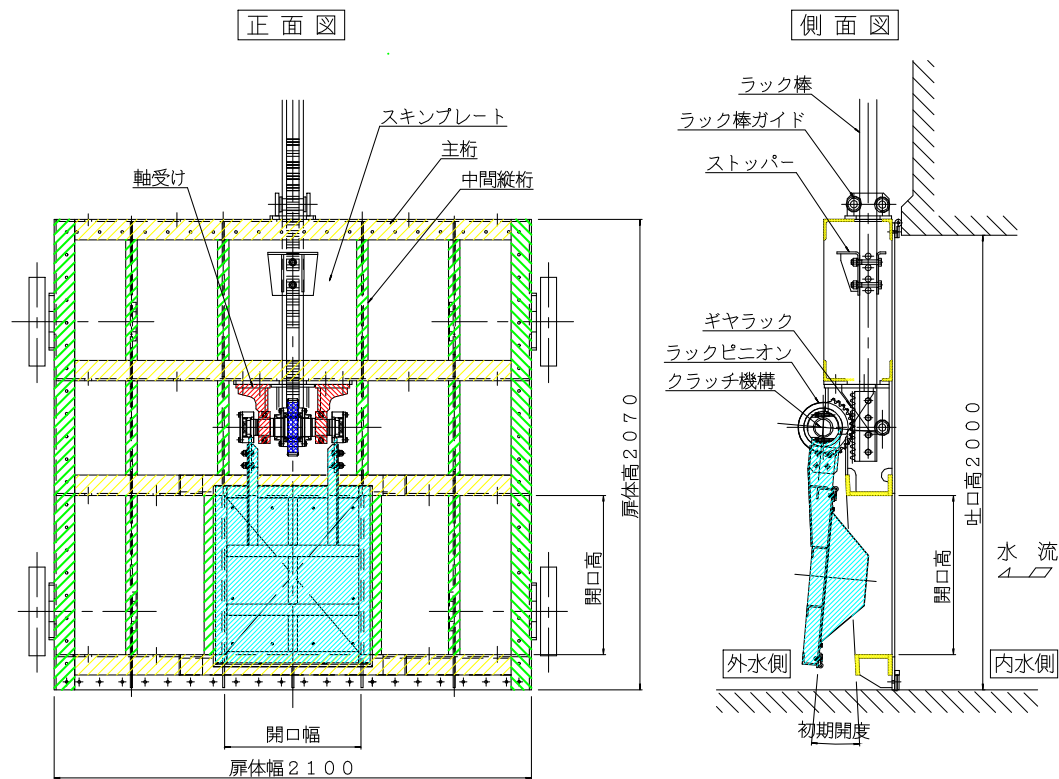
→ 扉体は開口枠形状で枠部分が箱桁構造で形成されて、開口部分（排水孔）にフラップゲートを取付けた形式。



形式 I

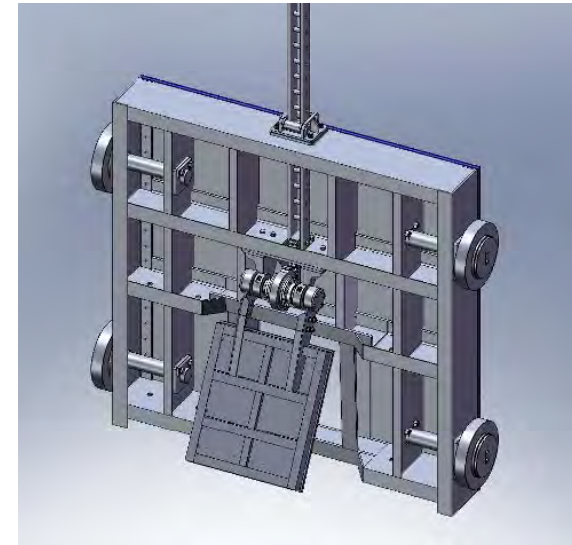
「フラップインゲート」

- 扉体本体はローラゲートまたはスライドゲート構造
- 扉体本体の下方に開口部（排水孔）構造
- ラック棒が所定の距離分摺動可能に扉体本体を吊り下げる構造
- ラック棒先端のギヤラックとフラップ回転軸のラックピニオンが連結
- フラップ回転軸はクラッチ機構

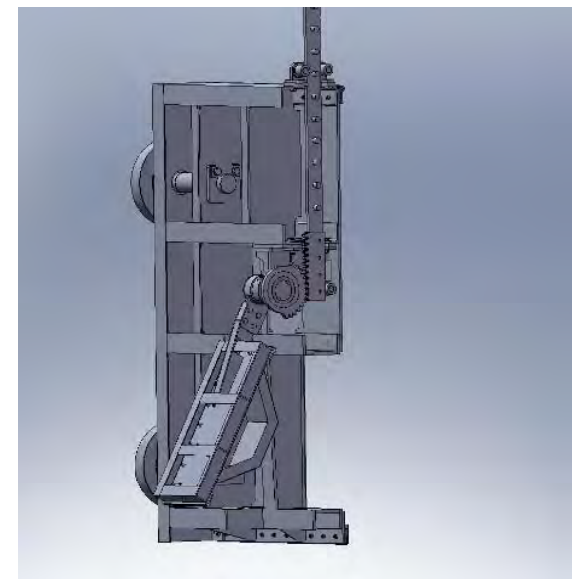


黄色：扉体主桁
緑色：扉体縦桁
青色：フラップゲート
赤色：軸受け

正面



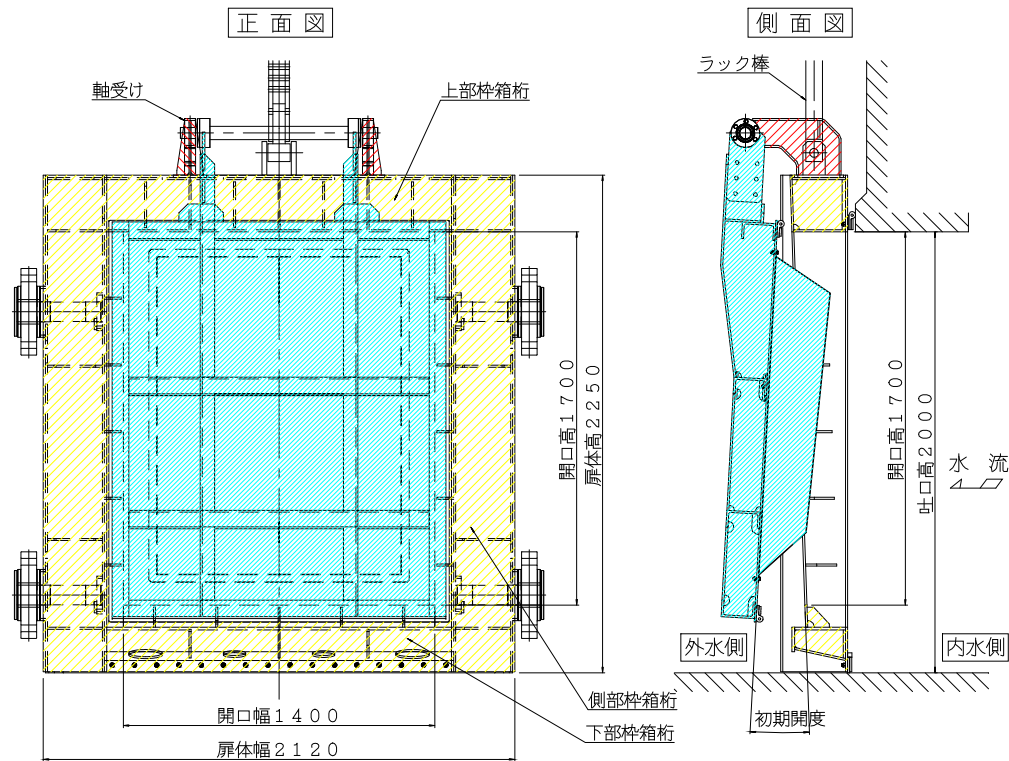
断面



形式Ⅱ

「フラップインゲート」

- 扉体本体は中心部に開口部（排水孔）のある枠構造
- 枠の断面形状は中空の箱桁構造
- 開口部（排水孔）を開閉するフラップゲートが回転可能に軸支された構造

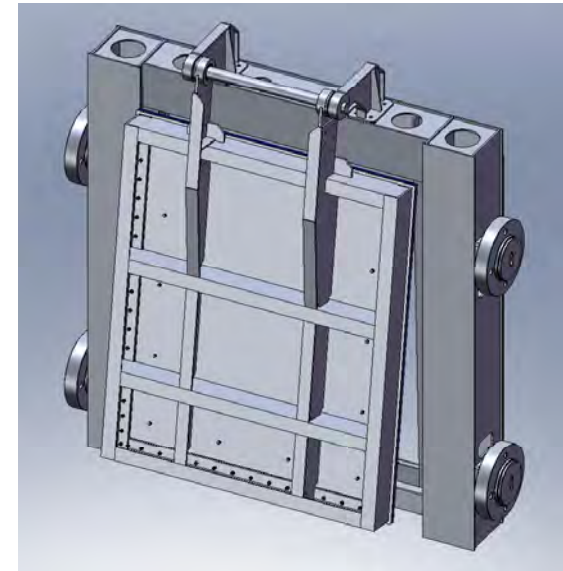


黄色：扉体本体（枠箱桁）

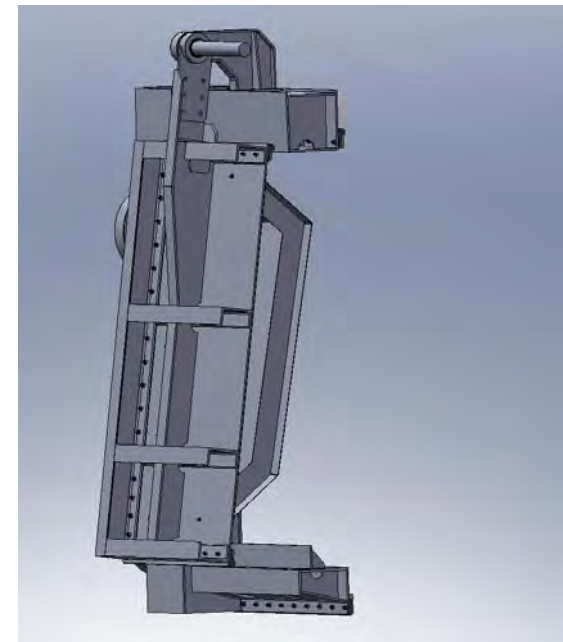
青色：フラップゲート

赤色：軸受け

正面



断面

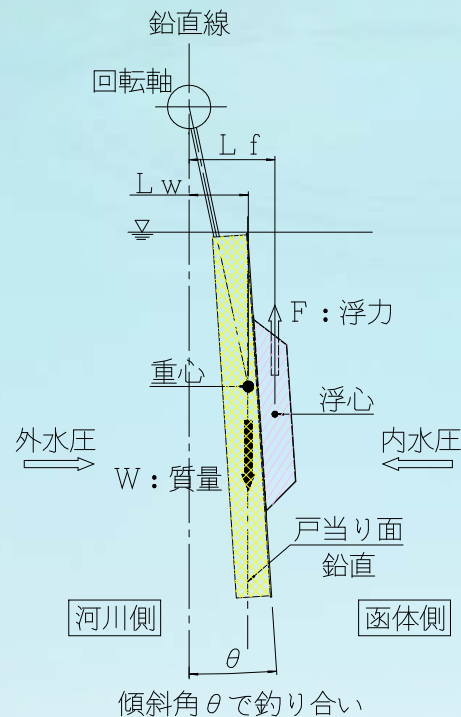


4. 「フラップインゲート」のフラップ構造

フラップ構造は自動開閉方式のフロートフラップゲート

作動原理

- 浮力と質量のバランスにより、扉体を傾斜した状態で釣り合わせる。
- 水圧の作用により扉体は開閉する。



回転モーメントの釣り合い

$$W \times L_w = F \times L_f$$

W : 質量

L_w : モーメントアーム

F : 浮力

L_f : モーメントアーム

5. 「フラップインゲート」のフラップ動作検証

模型実験

【実験水路外観】

水路諸元 形式：回流式
試験部断面：
300mm×300mm
試験部流速：最大 1m/s



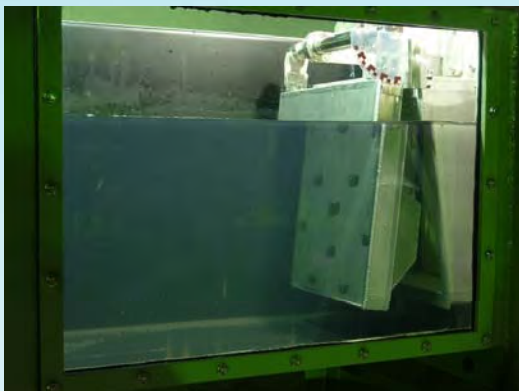
【全閉実験状況】

ゲート開度：0°（全閉）
水深（前面背面とも）：250mm→フロート水没状態



【模型設置外観】

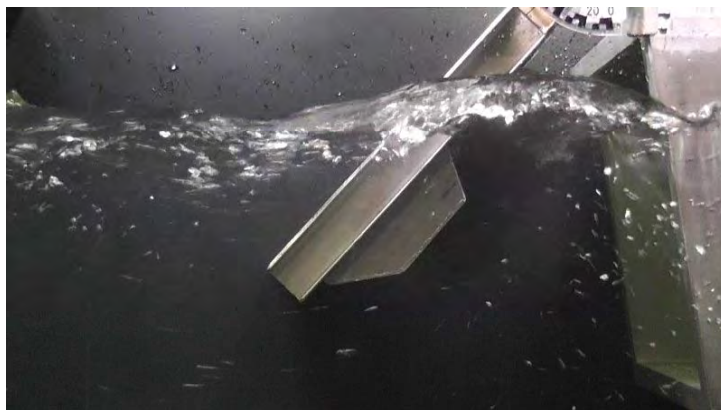
ゲート寸法：300mm×300mm（1/4縮尺） ゲート開度：0°（全閉）



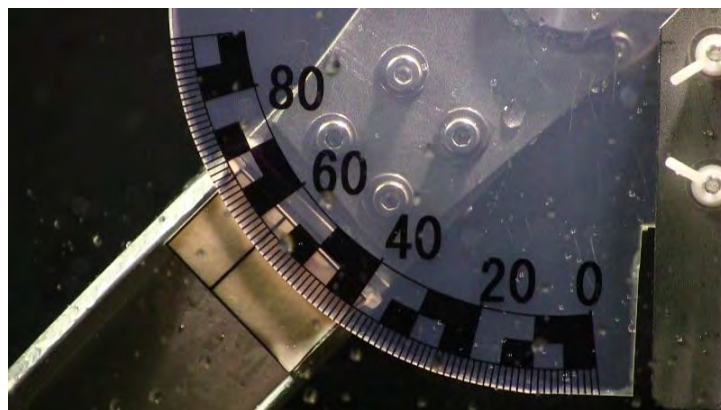
模型実験データ

【内水排除実験状況】

ゲート開度 : 57°
 実験流速 : 1.0m/s (フルード相似則)
 実験水深 : 250mm

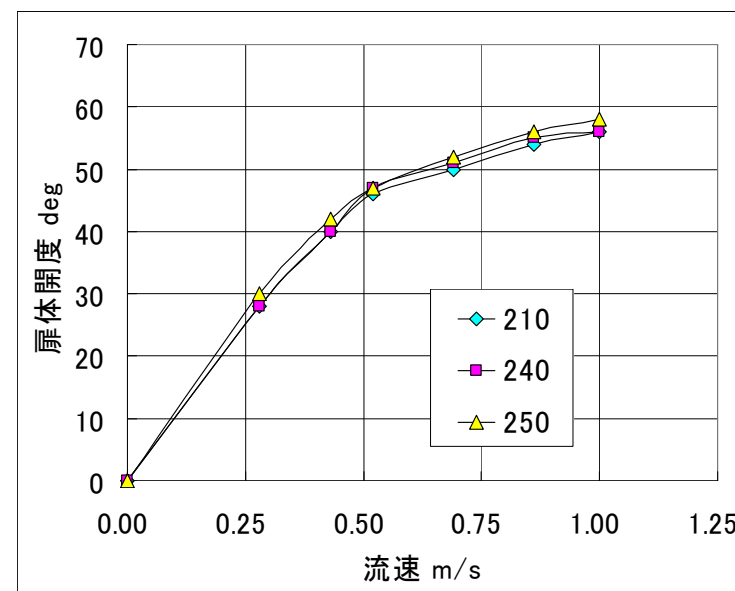


ゲート開度 : 57°



流速(m/s)と水位(mm)による開度(deg)の変化

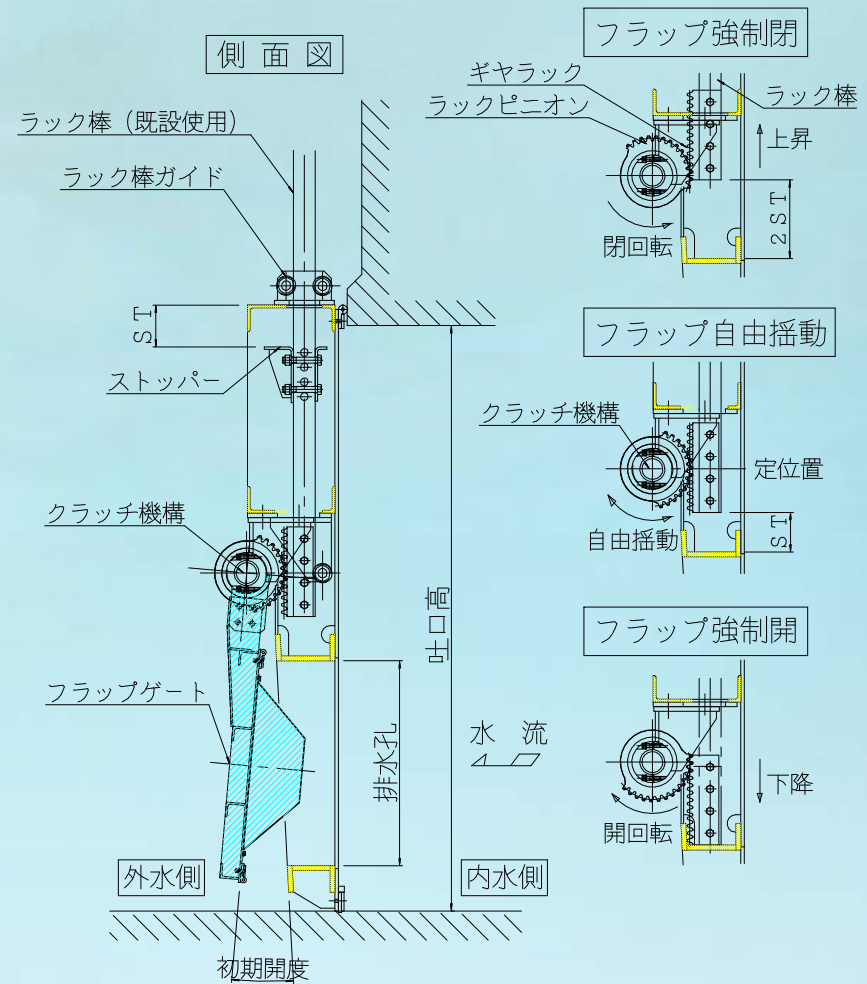
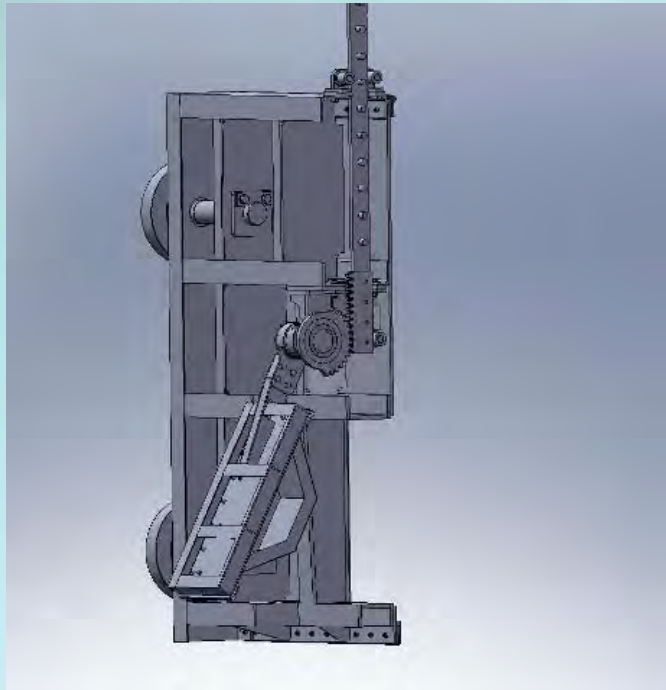
水位 \ 流速	210	240	250
0.00	開度 = 0	0	0
0.28	28	28	30
0.43	40	40	42
0.52	46	47	47
0.69	50	51	52
0.86	54	55	56
1.00	56	56	58



6. 「フラップインゲート」の開閉機構

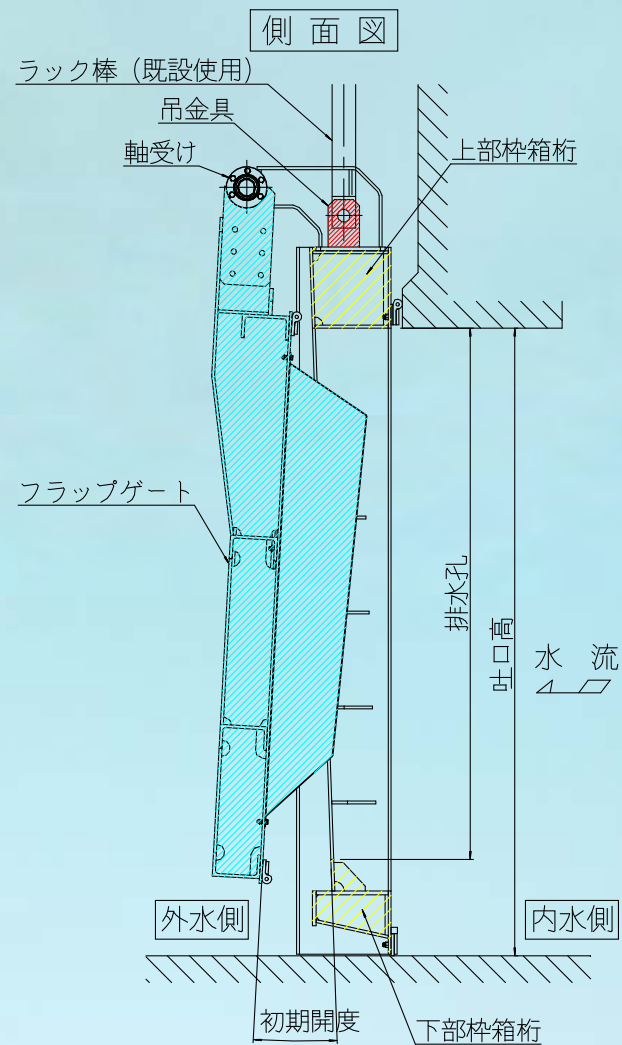
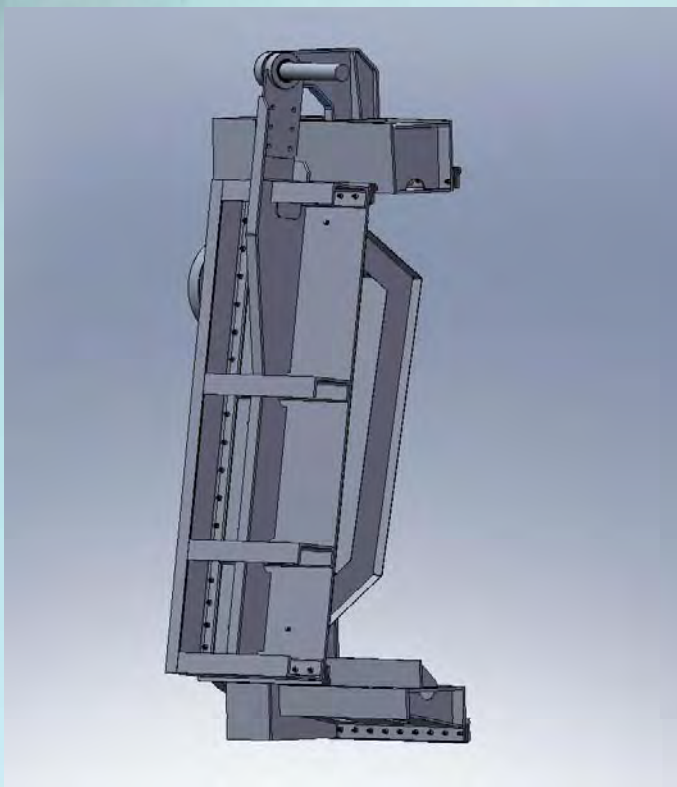
形式 I 「フラップインゲート」

- ラック棒が所定の距離分摺動して上昇するとフラップゲート閉鎖
- さらにラック棒が上昇すると扉体本体も上昇し、水路を開放
- ラック棒が所定の位置にあるとき、クラッチ機構でフラップ自由揺動



既存の開閉装置を使用し、フラップインゲート本体の開閉を行い、フラップ部はクラッチ機構により水圧による自動開閉と既存の開閉装置による強制操作が行える。

形式Ⅱ 「フラップインゲート」



既存の開閉装置を使用し、「フラップインゲート」本体の開閉を行い、水圧によりフラップ部の自動開閉を行う。

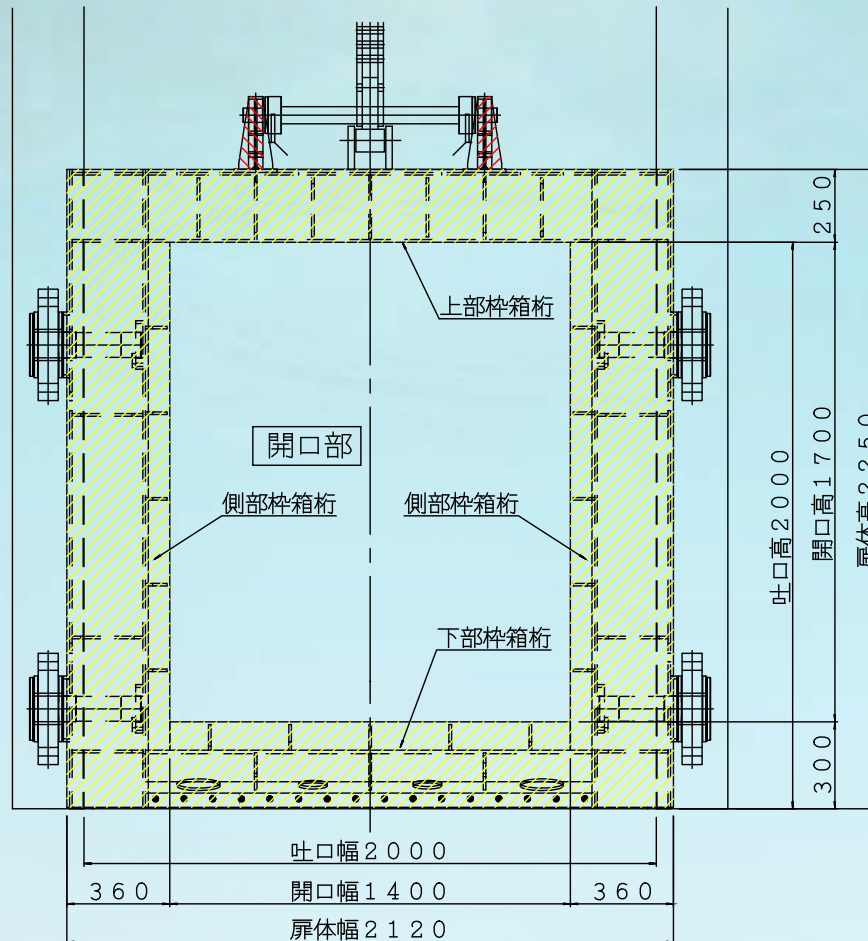
7. 「フラップインゲート」の開口率

形式Ⅱ

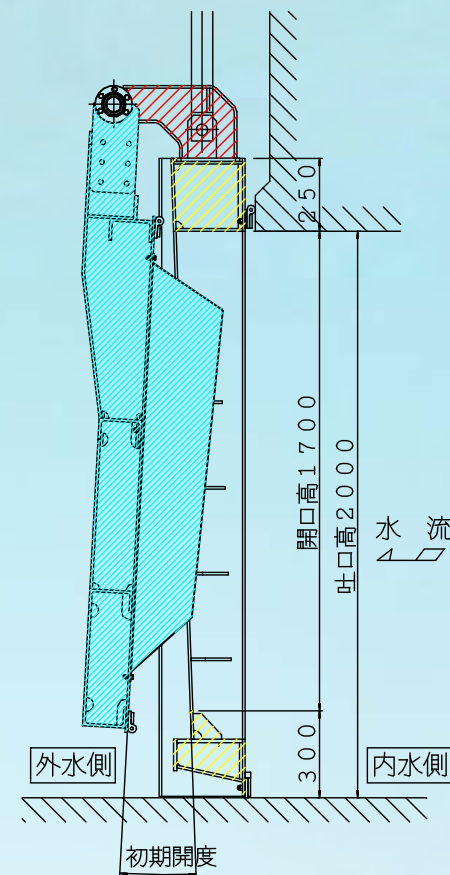
樋門断面 2.0 × 2.0 の場合

樋門断面 : 4m²
開口面積 : 2.4m² (概略値)
開口率 : 60 %

正面図



側面図



8. 「フラップインゲート」の特長

経済性

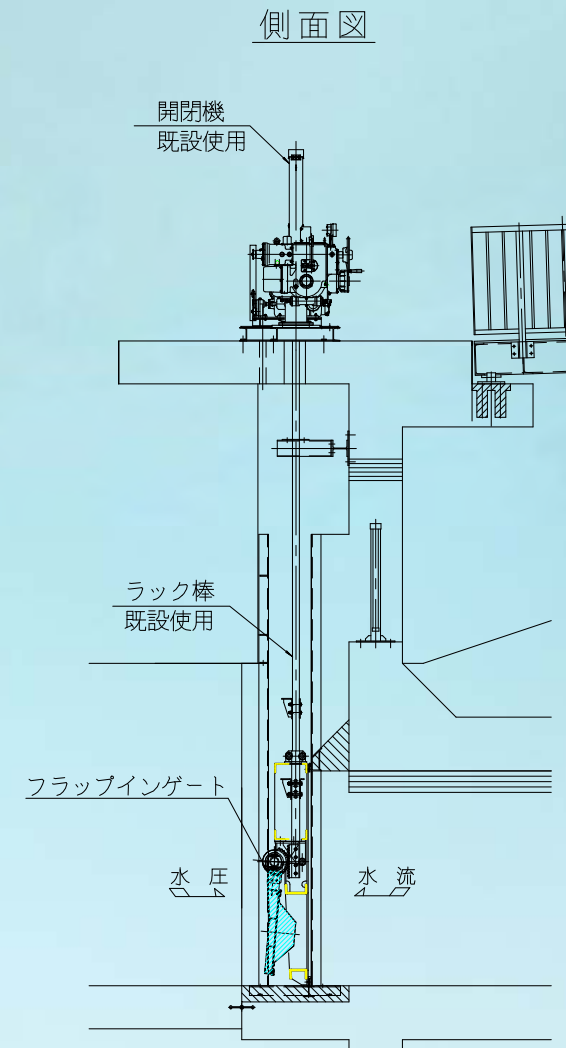
- 既設樋門のローラゲート又はスライドゲート扉体をフラップインゲートに取替えることで、旧施設をそのまま使用することが可能で、コスト縮減が図れる。

工程・施工性

- 扉体の入れ替えで済み、施工性に優れている。

品質・出来形

- 従来型のローラゲートと同様の品質・出来形管理が可能。



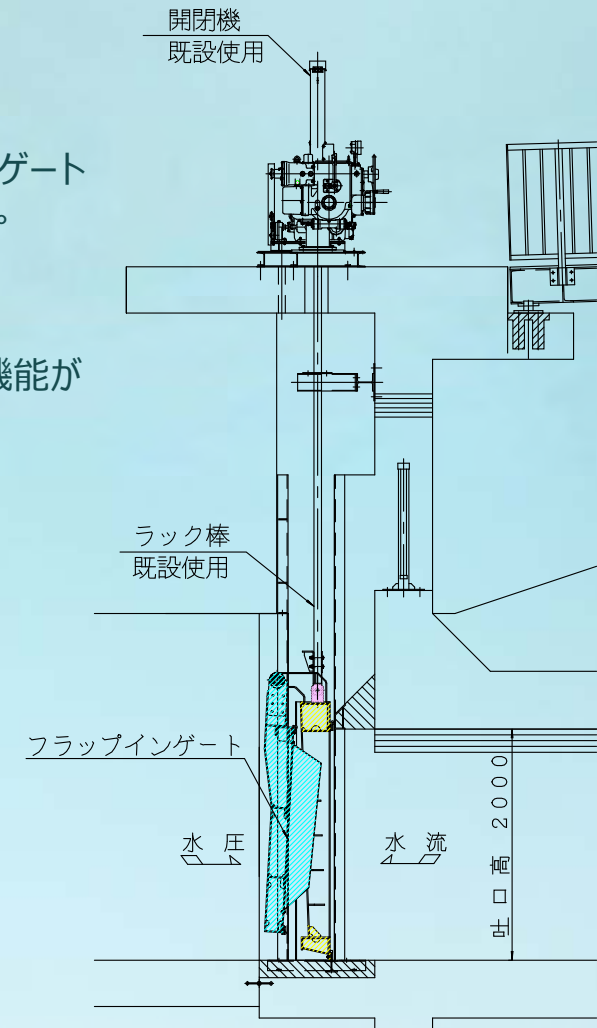
安全性

- 自動開閉機能を備えたフロートフラップゲートを内設するため、ゲート本体の閉鎖タイミングを早められ、操作員の安全確保が可能。
- 常時閉鎖状態で使用すれば、自動開閉ゲートとしても機能。
- 津波等で樋門が損傷し、ゲートの開閉に支障が出てても排水機能が確保できる。

環境

- 旧施設が使用可能であり、省資源化になること。工事に伴う河川の汚染がない。

側面図



9. 北海道における樋門 (門柱レス型樋門と門柱型樋門)

樋門操作の自動化が取り込まれる中で、「フラップインゲート」は既存の門柱型樋門を有効に活用し、操作員の安全確保が可能である。



既設箇所数（概数）

	門柱レス型樋門	門柱型樋門
札幌開発建設部	40	530
函館開発建設部	5	50
小樽開発建設部	0	40
旭川開発建設部	20	330
室蘭開発建設部	5	50
釧路開発建設部	5	30
帯広開発建設部	15	120
網走開発建設部	5	130
留萌開発建設部	5	60
合計	100	1,340

10. 「フラップインゲート」の工事費

樋門断面 2.0 × 2.0 の場合

● フラップインゲート 本体	1 門	4 0 0 万円
● 撤去・設置費	1 門	8 0 万円
● 輸送費	1 式	1 5 万円
● 重機費	1 式	1 5 万円

約 5 1 0 万円

※ 輸送費、重機費は平均的金額としています。

参考として

樋門補修工事として扉体の塗替塗装、水密ゴム取替を工場で行った場合

● 塗替塗装費	1 門	2 0 万円
● 水密ゴム取替費	1 門	4 0 万円
● 撤去・設置費	1 門	1 0 0 万円
● 輸送費	1 式	2 0 万円
● 重機費	1 式	2 0 万円

約 2 0 0 万円

※ 輸送費、重機費は平均的金額としています。

1 1 . 今後の課題

- フラップインゲートの開口率を上げるために、扉体本体の構造の更なる検討を行う。
- 樋門の閉鎖タイミングについて調査を行い、閉鎖タイミングを早めるための開口率を検討する。
- 実際の河川において設計・工事を行い、樋門の自動化の可能性向上を目指す。

ご清聴ありがとうございました。

【お問い合わせ】

各種水門・設計・製作・施工



株式会社

0667

表 鉄工所

旭川市永山北3条7丁目2番地

TEL (0166) 48-6858 ・ FAX (0166) 48-

設計部 岡田 ・ 営業部 中川